

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»

Институт физики, технологии экономики  
Кафедра теории и методики обучения физике,  
технологии и мультимедийной дидактики

**ПОДГОТОВКА УЧАЩИХСЯ К ОГЭ ПО ФИЗИКЕ НА ОСНОВЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ ЗАДАЧ**

Выпускная квалификационная работа

Квалификационная работа  
допущена к защите  
Зав. кафедрой:  
доктор пед. наук, профессор,  
Усольцев Александр Петрович

Исполнитель:  
Ситникова Дарья Эдуардовна,  
обучающийся группы БФ-43

---

дата

---

подпись

---

подпись

Руководитель основной  
образовательной программы:  
Щербакова Вера Борисовна

Научный руководитель:  
Усольцев Александр Петрович,  
доктор пед. наук, профессор

---

подпись

---

подпись

Екатеринбург  
2017 г.

## Оглавление

Введение	3
Глава 1. Использование ключевых задач в процессе обучения физике	5
1.1. Обоснование необходимости использования ключевых задач.....	5
1.2. Предметные результаты освоения основной образовательной программы основного общего образования с учетом общих требований и специфики изучения физики.....	8
1.3. Структура заданий ОГЭ по физике.....	10
1.4. Физическая задача. Классификация физических задач.....	13
1.5. Понятие ключевой задачи и преимущества ее использования.....	18
Глава 2. Методика изучения темы «законы сохранения в динамике» на основе ключевых задач	21
2.1. Ключевая задача по теме «Закон сохранения импульса».....	21
2.2. Использование ключевой задачи в учебном процессе на примере темы «Закон сохранения импульса».....	23
2.3. Ключевая задача по теме «Закон сохранения энергии».....	26
2.4. Дальнейшее развитие системы ключевых задач на основе самостоятельной работы учащегося.....	28
2.5. Разработка заданий контрольной работы по теме «Закон сохранения энергии».....	32
2.6. Интересные задачи по темам «Закон сохранения энергии» и «Закон сохранения импульса».....	34
Глава 3. Результаты опытно-поисковой работы	42
3.1. Проведение урока по теме «закон сохранения импульса».....	42
3.2. Проведение контрольной работы.....	43
3.3. Результаты контрольной работы.....	46
Заключение	49
Библиографический список	51

## Введение

Начиная с 2004 года, в России ежегодно проводится Государственная итоговая аттестация (ГИА) для учащихся девятых классов. Изначально она носила экспериментальный характер, но постепенно стала обязательной и, на данный момент, является аналогом Единого государственного экзамена (ЕГЭ), средством контроля уровня знаний учащихся и соответствия образования, получаемого в школе, Федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС), служит испытанием при приеме в учреждения среднего профессионального образования, получив новое название – основной государственный экзамен.

В целях более успешной сдачи учащимися девятых классов ОГЭ по физике и реализации требований ФГОС появляются и совершенствуются разнообразные методики, методы и технологии обучения физике. Одним из таких новейших методов преподавания физики является использование в учебной деятельности ключевых задач, решение которых позволит обучающимся углубить и систематизировать знания, полученные на уроках физики.

Метод ключевых задач по физике позволяет учащемуся на примере одной конкретной задачи разобраться в спектре целого класса задач. Решая одну ключевую задачу, школьник совершенствует умения, приобретет навыки решения разнообразных задач по различным темам школьного курса физики.

Гипотеза исследования: использование ключевых задач позволит улучшить предметные результаты обучения физике и сократить время подготовки к ОГЭ по физике.

Объектом исследования представленной выпускной квалификационной работы является процесс обучения физике в школе.

Предмет исследования: возможности использования ключевых задач в процессе обучения учащихся девятых классов физике по теме «Законы сохранения в динамике».

Цель выпускной квалификационной работы: разработать методику использования ключевых задач в процессе обучения физике на примере темы «Законы сохранения в динамике».

В соответствии с объектом, предметом и целью исследования были поставлены следующие задачи:

1. Провести анализ учебной литературы с целью выявления понятия «ключевая задача».
2. Составить ключевые задачи для учащихся девятых классов по темам: закон сохранения импульса и закон сохранения энергии.
3. Разработать методику использования ключевых задач
4. Проверить эффективность разработанной методики

## Глава 1. Использование ключевых задач в процессе обучения физике

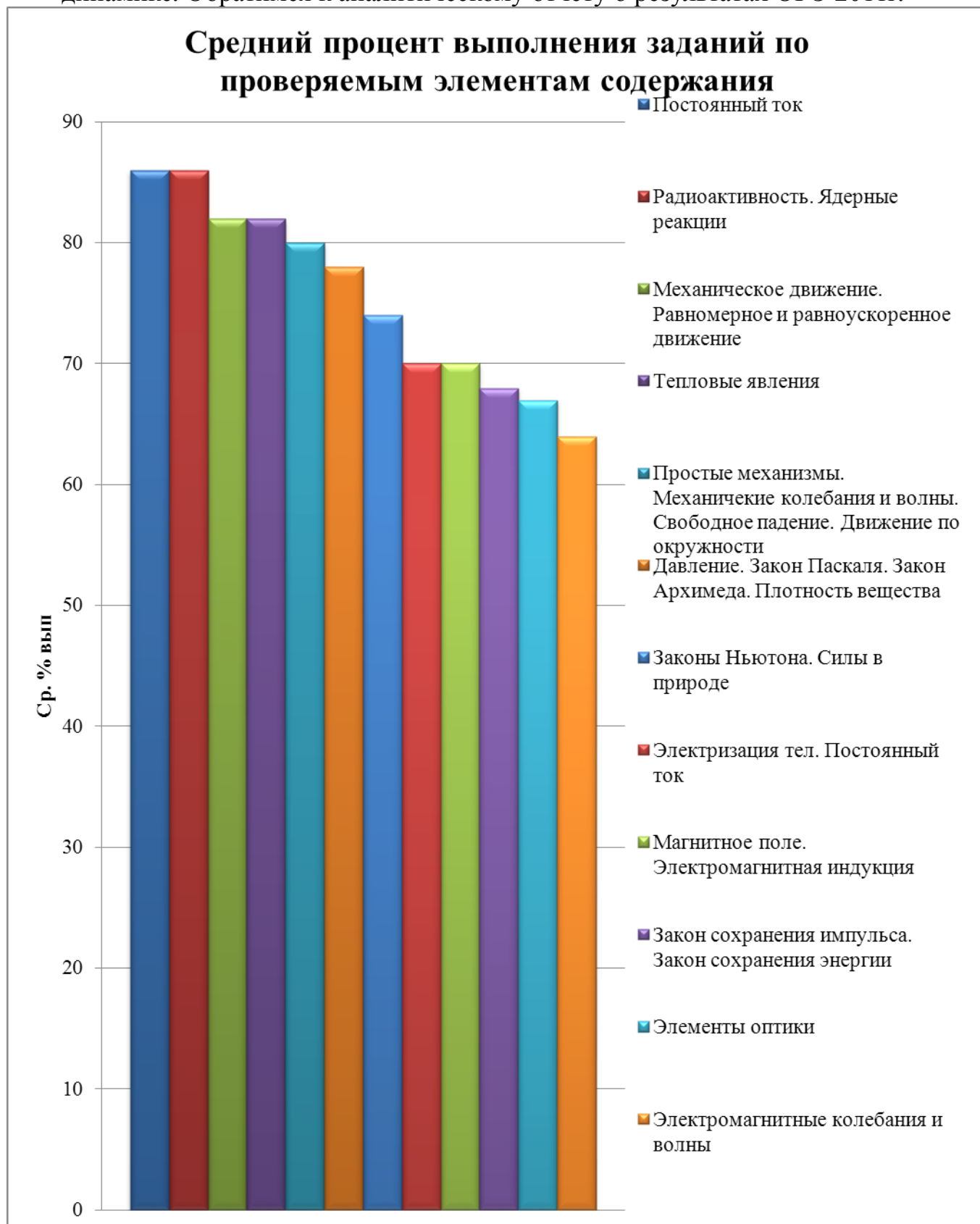
### 1.1. Обоснование необходимости использования ключевых задач

Прямым назначением ключевой задачи является формирование устойчивой базы знаний у учащихся в целях реализации требований ФГОС и непосредственно подготовка учащихся к сдаче таких государственных экзаменов, как ОГЭ и ЕГЭ, и поступлению школьников в ССУЗы и ВУЗы.

Согласно аналитическим отчетам о результатах основного государственного экзамена (в прошлом - ГИА) за 2010 г., лишь 54% экзаменуемых справилось с заданиями по законам сохранения в динамике. На диаграмме, представленной ниже, показан средний процент выполнения заданий 1-14 экзаменационной работы по содержательным темам базового уровня сложности [3].

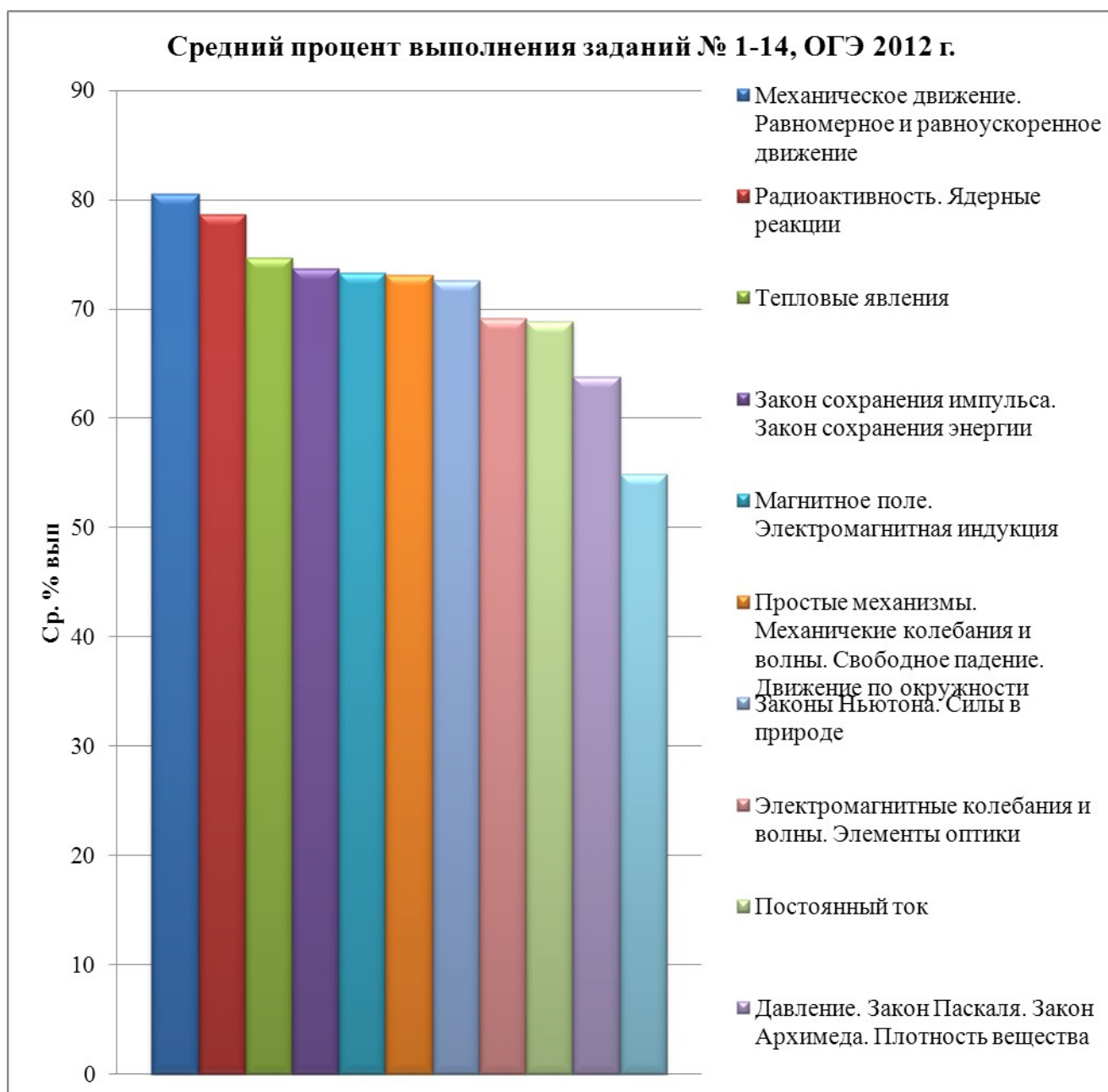


Исходя, из данных, представленных выше, видно, что наименьший процент решенных заданий приходится именно на законы сохранения в динамике. Обратимся к аналитическому отчету о результатах ОГЭ 2011г.



Мы можем наблюдать, что процент правильно решенных заданий по законам сохранения в 2011 г., входит в тройку самых низких, хотя прослеживается динамика (68% вместо 54%). На фоне остальных тем, школьники показывают худшие результаты освоения темы «законы сохранения» [3].

Рассмотрим результаты ОГЭ 2012 г.



Изучая аналитические отчеты о результатах ОГЭ 2010-2012 гг. наблюдаем повышение среднего процента выполнения заданий по законам

сохранения учащимися девярых классов (54% - 63% - 73,7%). Однако, показатель результата обучения учащихся данной теме далек от 100% [3].

Законы сохранения импульса и энергии имеют важное мировоззренческое значение, являются ключевыми при работе с такими физическими темами как «радиоактивность», «ядерные реакции», «тепловые явления», в задачниках по физике задания на законы сохранения в динамике представляют большее разнообразие по сравнению с другими темами и имеют больше оснований для своей классификации.

В целях достижения более высоких результатов обучения физике и, как следствие, повышения процента правильно решенных заданий на ОГЭ учащимися, необходимо разработать новую, более эффективную методику обучения, которая позволила бы школьникам усовершенствовать навыки по решению физических задач, сформировать практические умения, закрепить знания по предмету и добиться соответствия требованиям ФГОС. В связи со всем вышесказанным, выбор разработки методики обучения «законам сохранения в динамике» является естественным и соответствующим современной ситуации.

## 1.2. Предметные результаты освоения основной образовательной программы основного общего образования с учетом общих требований и специфики изучения физики

В целях поддержания высокого уровня результатов обучения учащихся основной образовательной программе Министерство образования и науки РФ сформулировало требования, которые сотрудникам образовательных организаций необходимо реализовать в своей практической деятельности. Данные требования прописаны в ФГОС, концепция которого включает в себя описание предметных результатов освоения основной образовательной программы основного общего образования и отражает особенности изучения школьного предмета физики.

В приказе от 17 декабря 2010 г. № 1897 об утверждении Федерального



государственного образовательного стандарта основного общего образования отмечено, что предметные результаты включают в себя освоенные обучающимися в ходе изучения учебного предмета умения, специфические для данной предметной области, виды деятельности по получению нового знания в рамках учебного предмета, его преобразованию и применению в учебных, учебно-проектных и социально-проектных ситуациях, формирование научного типа мышления, научных представлений о ключевых теориях, типах и видах отношений, владение научной терминологией, ключевыми понятиями, методами и приемами.<sup>1</sup>

Также, под предметными результатами следует понимать усвоение обучающимися конкретных элементов социального опыта, изучаемого в рамках отдельного учебного предмета, то есть знаний, умений и навыков, опыта решения проблем, опыта творческой деятельности [6].

Применительно к физике, достижение предметных результатов предполагает у учащихся наличие сформированного представления о целостности научной картины мира и наук, представляющих собой единство в пределах естественнонаучного цикла, научного мировоззрения, о взаимосвязи теоретических знаний из области физики с развитием производства, технологий и техники.

Выпускники среднего звена школы должны иметь понятие о физической сущности природных явлений, о материи и способах ее существования, разбираться в основополагающих теориях из всех разделов физики, предусмотренных образовательной программой, владеть понятийным аппаратом, знать формулы и обозначения физических величин, уметь проводить физические опыты и пользоваться измерительными приборами, производить наблюдение.

Учащимся в целях успешной сдачи ОГЭ по физике необходимо понимать принципы работы разнообразных машин и механизмов,

<sup>1</sup> Приказ от 17 декабря 2010 г. № 1897 об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования

используемых как в быту, так и в производственной деятельности. Школьники должны быть знакомы с устройством всевозможных средств связи, осознавать влияние изобретенных человеком механизмов и технологий на окружающую среду, и принципы здоровьесбережения при работе с машинами, использовании явлений.

### 1.3. Структура заданий ОГЭ по физике

Изучая кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки обучающихся для проведения основного государственного экзамена по физике и спецификатор контрольных измерительных материалов (КИМ) – основополагающие документы ОГЭ по физике, было принято решение описать в данной выпускной квалификационной работе структуру заданий, предлагаемых выпускникам девятых классов для выполнения в условиях экзамена.

Структура варианта КИМ обеспечивает проверку результатов освоения основной образовательной программы по физике, указанных в ФГОС. Для этой цели все задания, представленные в КИМ, соответствуют одному из трех уровней сложности, которые позволяют оценить глубину усвоения знаний выпускниками по физике. Выполнений заданий базового уровня сложности позволяет оценить уровень освоения наиболее значимых содержательных элементов стандарта по физике основной школы и овладение наиболее важными видами деятельности, а выполнение заданий повышенного и высокого уровней сложности – степень подготовленности обучающегося к продолжению образования на следующей ступени обучения с учетом дальнейшего уровня изучения предмета.<sup>2</sup>

Каждый вариант экзаменационных заданий состоит из двух частей. Первая часть состоит из двадцати двух заданий и предполагает наличие вариантов ответов к тринадцати заданиям, ответы к восьми заданиям должны быть представлены в числовом формате, присутствует задание с развернутым

---

<sup>2</sup> Спецификация контрольных измерительных материалов для проведения в 2017 году основного государственного экзамена по физике

ответом. Для решения второй части экзаменационной работы учащемуся необходимо выполнить задания, предусматривающие развернутый вариант ответа, провести лабораторную работу посредством специально подобранного индивидуального комплекта лабораторного оборудования и, следуя критериям, приведенным в условии данного задания, описать результаты поставленного эксперимента, сформулировать и записать выводы в дополнительный бланк ответов индивидуального экзаменационного комплекта.

Максимальный первичный балл, который выпускник может получить за выполнение первой части экзаменационной работы – двадцать восемь баллов, что составляет 70% от баллов, которые экзаменуемый может получить, выполнив все задания КИМ. За правильно решенные четыре задания из второй части экзаменационных материалов – двенадцать первичных баллов (соответственно 30% от баллов, которые можно получить, не допустив ошибочных ответов). Всего испытуемым предлагается для решения двадцать шесть заданий, за которые дается, в общей сложности, сорок максимальных первичных баллов.

Содержание экзаменационной работы включает в себя материал из таких разделов основной школьной программы по физике как механика, тепловые явления, электромагнетизм, квантовые явления и является приблизительно пропорциональным времени, отводимому на изучение данных разделов в школьном курсе.

В таблице, представленной ниже, рассматривается распределение заданий КИМ по основным содержательным темам курса физики основной школы.<sup>3</sup>

Таблица: Распределение заданий экзаменационной работы по основным

---

<sup>3</sup> Спецификация контрольных измерительных материалов для проведения в 2017 году основного государственного экзамена по физике

содержательным разделам (темам) курса физики

Содержательные разделы	Количество заданий		
	Вся работа	Часть 1	Часть 2
Механические явления	7 – 13	6 – 10	1 – 3
Тепловые явления	4 – 9	3 – 7	1 – 2
Электромагнитные явления	7- 12	6 – 10	1 – 2
Квантовые явления	1 – 4	1 – 4	–
Итого	26	22	4

Тема «Законы сохранения в динамике» является частью раздела «Механические явления», соответствующие данной теме задания встречаются в первой части КИМ под номерами 6 – 10.

Выпускники основной школы, выбравшие для сдачи экзамен по физике, в своей работе должны показать понимание смысла физических понятий, физических величин, физических законов, текстов с физическим содержанием, принципы использования знаний, полученных на уроках физики, в повседневной жизни и практической деятельности, обладать экспериментальными умениями и умениями решать разноплановые задачи.

На выполнение экзаменуемыми всей работы отводится 180 минут. Предполагается, что решение заданий базового уровня сложности займет у выпускников от 2 до 5 минут, выполнение заданий повышенного уровня сложности – от 6 до 15 минут, высокого уровня сложности – от 20 до 30 минут.

За правильное решение всех шестнадцати заданий базового уровня сложности испытуемые могут получить 19 первичных баллов, за семь заданий повышенного уровня сложности – 11 первичных баллов, за задания высокого уровня сложности – 10 баллов.

Согласно обобщенному плану варианта КИМ 2017 года для ГИА учащихся девятых классов по физике, задания на «законы сохранения в динамике» причисляются к заданиям базового уровня сложности.

#### 1.4. Физическая задача. Классификация физических задач

В настоящее время, в процессе обучения учащихся физике, значительную роль играет решение разнообразных физических задач, основной целью которых является формирование устойчивой базы знаний учащихся в рамках школьного курса физики, развитие теоретического мышления, умения анализировать явления, обобщать сведения, применять полученные знания в повседневной жизни.

Благодаря современному уровню развития компьютерных технологий, широкому доступу к печатным информационным изданиям в области физики, любой преподаватель имеет возможность подобрать соответствующим целям определенного урока конкретные физические задачи.

Существует несколько определений понятия «физическая задача».

Ниже представлены определения, которые наиболее точно отражают содержание и цель создания подобных технологий.

Под физической задачей следует понимать ситуацию (совокупность определенных факторов), требующую от учащихся мыслительных и практических действий на основе законов и методов физики, направленных на овладение знаниями по физике и на развитие мышления [26].

В методической и учебной литературе под задачами обычно понимают целесообразно подобранные упражнения, главное назначение которых заключается в изучении физических явлений, формировании понятий, развитии физического мышления у учащихся и привитии им умений применять свои знания на практике [7].

Физической задачей называется небольшая проблема, которая решается на основе методов физики, с использованием в процессе решения логических умозаключений, физического эксперимента и математических действий» [18].

Физическая задача – это ситуация, требующая от учащихся мыслительных и практических действий на основе законов и методов физики,

направленных на овладение знаниями по физике и на развитие мышления, согласно определению А.В. Усовой и А.А. Боброва.

Физической задачей называют определенную проблему, которая в общем случае развязывается с помощью логических умозаключений, математических действий и эксперимента на основе законов физики [35].

Исходя из рассматриваемых определений понятия, можно сделать вывод, что физическая задача – это выраженная с помощью информационного кода (текстового, графического, образного и их комбинаций) проблемная ситуация, которая требует от обучающегося для ее решения, мыслительных и практических действий на основе законов и методов физики, направленных на овладение знаниями и умениями, на развитие мышления и на понимание физических закономерностей.

При рассмотрении и детальном изучении различных информационных материалов по методике преподавания физики и по методике решения различных физических задач, можно выделить несколько классификаций задач по физике.

Согласно классификации Е.В. Полицинского, Е.П. Теслевой, представленной в учебно-методическом пособии «Задачи и задания по физике. Методы решения задач и организация деятельности по их решению» для студентов высших учебных заведений [32], методической разработке «Решение задач по физике в 7 классе» Николаевой Е. Ю. [26], работе «Решение задач по физике. Общие методы» Беликова Б.С., [22], все физические задачи можно распределить:

- 1) По содержанию
  - Конкретные - задачи, в которых даны численные значения конкретных величин.
  - абстрактные, характеризующиеся общностью заданных условий, задачи, в которых, в первую очередь, подчеркивается физическая сущность. В

условии абстрактной задачи отсутствуют несущественные для выяснения физического смысла детали.

- с межпредметным содержанием – задачи, в содержании которых используются сведения из других учебных предметов (математики, химии, биологии, астрономии), и, для решения которых школьнику необходимо применить соответствующие знания. Задачи с межпредметным содержанием помогают школьнику систематизировать полученную в школе информацию, составить представление о разнообразных природных явлениях, связи законов природы [28].

- технические, в содержании которых присутствуют сведения о новейших технических средствах, транспорте, производстве, коммуникационных средствах. Физические задачи с техническим содержанием способствуют наиболее качественному усвоению учебного материала по физике школьниками.

- исторические, в которых содержится информация о развитии науки, техники, совершенствовании представлений человечества о физических явлениях и законах.

- с определенных разделов курса физики.

## 2) Сообразно дидактической цели

- Тренировочные – задачи, используемые в целях закрепления изученного материала. Чаще всего для решения подобного рода задач требуется применение одной или двух физических формул. Тренировочным задачам также присваивают наименьшую степень сложности, называя их простыми задачами.

- творческие, в которых сформулировано требование, для выполнения которого необходимо знание определенных законов физики, но, при этом, в задаче отсутствуют какие-либо прямые или косвенные указания на те физические явления, законами которых следует воспользоваться для

решения задачи. В подобного рода задачах важно определить принцип решения [42].

- исследовательские, которые требуют от ученика осмысления физического процесса, определения закономерностей, не указанных в условии задачи [16].

- контрольные – задачи, применяемые для выявления знаний, приобретенных учениками, анализ умений учащихся решать задачи по той или иной теме в рамках курса физики в средней и старшей школе.

### 3) По способу предоставления условий

- текстовые, условие которых выражено в виде текста и содержит всю необходимую для решения задачи информацию, кроме физических констант [16].

- графические, условие которых представлено в виде одного или нескольких графиков с определенным требованием в текстовой форме.

- экспериментальные, данные для решения которых, получаются непосредственно учащимися в ходе физического эксперимента по изучаемой теме [36].

- задачи-рисунки (или фотографии) с поясняющим текстом и конкретным вопросом к рисунку.

### 4) По степени сложности

- простые, для решения которых необходимо использование одной или двух формул, их истолкование и формулирование вывода.

- средней сложности

- повышенной сложности (иногда комбинированные), получения ответа на которые требуется использование нескольких физических закономерностей, зачастую из различных физических разделов, конкретных



навыков при проведении эксперимента, подробный анализ задачи с формулированием определенных выводов .

5) Согласно предъявляемым задачам требованиям [41]

- на нахождение неизвестного,
- на доказательство,
- на конструирование

6) По способу решения [29]

- экспериментальные,
- вычислительные;
- графические.

Таким образом, в зависимости от поставленных целей процесса обучения мы используем в ходе урока задачи определенного типа. Классификация физических задач важна, в первую очередь, для практики и методики преподавания, что позволяет учителю в полной мере использовать все возможности задач, обоснованно осуществлять их подбор применительно к конкретным учебным ситуациям.

### 1.5. Понятие ключевой задачи и преимущества ее использования

Новейшим методом, пока не получившим повсеместного распространения в образовательных учреждениях, но являющимся наиболее прогрессивным и многообещающим, является метод ключевых задач.

В связи с новизной и малой известностью этого нетрадиционного метода обучения решению задач на современном этапе развития системы образования, существует несколько определений понятия «ключевая задача». Ниже представлено наиболее точное определение «ключевой задачи», которое в полной мере отражает смысл рассматриваемого понятия.

Ключевая задача – задача, овладение решением которой позволяет школьнику усвоить алгоритм решения целого класса задач, наиболее распространенных по изучаемой теме на уровне школьных требований [45].

Согласно определению, ключевая задача представляет собой обобщенный вариант наиболее актуальных задач в рамках того или иного раздела школьного раздела физики. Иначе, ключевая задача предоставляет учащимся возможность в рамках учебного процесса, приобрести навыки решения самых разнообразных из наиболее распространённых и часто встречающихся задач по физике. Так, решая одну задачу, школьники учатся работать с широким спектром задач.

Как правило, ключевая задача состоит из одного общего условия с описанной в нем некоторой абстрактной ситуации и ряда дополнительных конкретизирующих вопросов, относящихся к этой задаче.

Общее условие в рассматриваемом случае, является универсальным для различных тематических задач из одного раздела.

В общем условии принимаются во внимание наиболее распространенные в задачниках, учебниках ситуации. Например, при работе с ключевой задачей на тему «законы сохранения в динамике», изначально мы не конкретизируем направление движения тел, физические величины, вид удара, мы лишь указываем общую тематику этой задачи. В связи с отсутствием точных данных в задаче, ключевая задача является универсальной, и при ее решении ученик автоматически приобретает навыки по решению всех задач на тему «законы сохранения в динамике».

Переходим к конкретизации общего условия ключевой задачи. Для этой цели, как утверждалось ранее, субъектам учебного процесса предлагается ряд уточняющих вопросов, с помощью которых можно преобразовать универсальную задачу в задачу с определенными сведениями. В нашем случае общее условие ключевой задачи уточняется посредством специальной таблицы, в которой указаны определенные значения направлений, скоростей, масс. Так ключевая задача на тему «законы сохранения в динамике»

преобразуется в задачу, в которой описаны конкретные случаи взаимодействия тел.

Также, при задании общего условия, либо при уточнении условий ключевой задачи, мы можем указать дополнительные требования к способу ее оформления, к способу предоставления результата решения ключевой задачи: наличие графика зависимости полученных физических величин, изображения схемы движения тел, представление данных в виде таблицы, в зависимости от навыков, которые необходимо развить у учащихся на этом этапе процесса обучения.

В целях улучшения результатов проведения практикумов по решению физических задач, и, в дальнейшем, сдачи ОГЭ школьниками на более высоком уровне, важно использовать при создании ключевых задач информацию, взятую из других предметных областей, а также стремиться, чтобы такие задачи являлись практикоориентированными, и школьники видели связь ситуации описанной в ключевой задаче с процессами, происходящими в реальной жизни.

Ученик в процессе работы с ключевыми задачами анализирует условия, выбирает необходимые для решения задачи данные и отсеивает избыточные, обнаруживает зависимость между предлагаемыми в задаче физическими величинами, сравнивает протекание различных процессов при условии изменения некоторых параметров, обрабатывает и учится объяснять полученные результаты, формулирует выводы к задаче и осознает условия протекания физических явлений и процессов в условиях реальной жизни.

В результате систематической деятельности по решению задач в совокупности с изучением теоретического материала и толкованиями природных явлений с точки зрения изучаемой темы по физике, обучающийся получает целостное представление о процессах, происходящих в окружающем мире, раскрывает сущность понятий и обнаруживает понимание смысла физических величин и физических законов, осуществляет последовательную

подготовку к сдаче ОГЭ по физике, и, как следствие, подтверждает достижение необходимого уровня предметных результатов по рассматриваемой дисциплине.

Исходя из всего вышесказанного, можно утверждать, что использование ключевых задач в процессе обучения физике предполагает несколько преимуществ:

1. Ключевая задача позволяет учащемуся разобраться в сути явлений, рассматриваемых в задаче, и научиться решать целый класс задач, усвоить обобщенный алгоритм их решения.
2. Использование ключевых задач экономит время.
3. В результате учащиеся лучше справляются с решением тренировочных заданий ОГЭ, контрольных и тестовых заданий.

## Глава 2. Методика изучения темы «законы сохранения в динамике» на основе ключевых задач

### 2.1. Ключевая задача по теме «Закон сохранения импульса»

Как было указано в предыдущих параграфах, ключевая задача – задача, овладение решением которой позволяет школьнику усвоить алгоритм решения целого класса задач, наиболее распространенных по изучаемой теме на уровне школьных требований. В ходе рабочего процесса, была разработана ключевая задача по теме «Закон сохранения импульса», которая представлена ниже.

Задача: Движущийся со скоростью  $v_1$  шарик массой  $m_1$  столкнулся под углом  $\alpha$  с шариком массой  $m_2$ , скорость которого  $v_2$ . Найти скорость и импульсы шариков после взаимодействия. Нарисуйте схему движения шариков. Считать удар: а) упругим, б) неупругим.

Конкретизирующая таблица:

$\alpha, ^\circ$	$m_1, \text{г}$	$m_2, \text{г}$	$v_1, \text{м/с}$	$v_2, \text{м/с}$
0	15		12	
			12	10
	10	15	12	
			12	10
180	10	15	12	
			12	10
30	10	15	12	
			12	10

Содержание этой задачи включает в себя сведения, понятия, формулы, касающиеся взаимодействия тел, направления их движения, угла столкновения, соотношение скоростей и масс, закона сохранения импульса.

Представленная задача является ключевой, так как она соответствует определению «ключевая задача» и закрывает собой весь спектр задач, рассмотренных в предыдущем параграфе.

Учитель может сам подбирать уровень сложности решаемой задачи, обозначив одно или несколько представленных условий, чтобы учащийся с любым уровнем подготовки смог справиться с ней.

К основному тексту задачи прилагается таблица, информация из которой позволяют изменить структуру ключевой задачи, ее суть, перейти к смежной теме в рамках рассматриваемых тем. Например, от универсальной и самой часто встречающейся ситуации, описанной в основе задачи на движение тел вдоль одной прямой друг за другом, мы переходим к отработке решения задач на столкновение под углом, рассматриваем различные виды ударов, разрабатываем решение для задачи на движение тел навстречу друг другу и последующим ударом.

Для достижения большего эффекта в формировании базы знаний, умений, навыков при решении ключевых задач, учителю необходимо в процессе работы корректировать действия учеников, проводить совместное обсуждение возникающих вопросов, задавать наводящие вопросы, требовать от ученика объяснения физического процесса в процессе производимых с ключевой задачей действий.

В целях наиболее продуктивной работы с ключевой задачей, предусматривается ее сопровождение соответствующей моделью. Эта модель может быть рассмотрена как в условиях виртуальной компьютерной среды в качестве виртуальной лабораторной работы, так и в случае с рисунком, представленным на доске, либо может быть проведен натурный эксперимент. Форма выполнения модели может варьироваться в зависимости от воображения и возможностей преподавателя физики.

Преимущество подобного сопровождения ключевой задачи моделью изучаемого явления, процесса заключается в том, что обучающиеся в ходе работы осознают связь между теоретическими сведениями, представленными в задаче, и ситуацией, которая происходит в реальной жизни, помогает им углубить знание и понимание того или иного процесса – наглядность.

Перед проведением занятия, посвящённому решению задач по законам сохранения в динамике, учитель задает школьникам в качестве домашнего задания повторить тему, прочитав параграф, вспомнить физический смысл изучаемых понятий (скорость, импульс тела, импульс силы), необходимые формулы.

В начале урока педагог вместе с детьми в течение 2-3 минут обобщает и систематизирует сведения по законам сохранения импульса. Проговаривают и обсуждают основополагающую информацию: понятия, формулировки, формулы, взаимосвязь ситуации, описанной задаче с явлениями, происходящими в окружающем мире, применении закона сохранения импульса в бытовых и производственных вопросах.

После этого учитель при помощи вопросов подводит учащихся к формулировке всех возможных ситуаций, описанных в задачах по теме «закон сохранения импульса»: движение тел навстречу друг другу, движение тел в одном направлении, столкновение движущегося и покоящегося тел, столкновение тел под углом, движение, в ходе которого происходит упругое или неупругое соударение. Все названные учениками случаи обобщаются, классифицируются.

Каждую из названных ситуаций педагог воссоздает на уроке в виде натурального эксперимента (взаимодействие двух тележек), иллюстрации виртуальной модели (анимации, виртуального лабораторного эксперимента, видеоролика) или рисунка на доске.

Далее преподаватель представляет учащимся ключевую задачу: поочередно (по строкам) выводит на экран при помощи компьютера и проектора таблицу, включающую в себя все изученные случаи взаимодействия тел. Учитель читает условие задачи, задает наводящие вопросы школьникам об особенностях данной задачи, помогает разобраться в ее структуре, поясняет важность и необходимость решения ключевой задачи.

На следующем этапе учитель распределяет между учениками условия задачи, представленные в таблице. Учащиеся, достигшие больших успехов в изучении физики, получают более сложное задание: столкновение тел под углом  $\alpha=30^\circ$ . Оставшиеся группы учащихся решают задачи на столкновение тел под углом  $\alpha=0^\circ$  и  $\alpha=180^\circ$  соответственно. Возможна индивидуальная работа, работа в группах или в парах. В течение 1-2 минуты проводится организация учебной деятельности.

Разработанная и представленная выше ключевая задача объединяет в себе 8 задач на разные микро-темы, ситуации. Для оптимизации учебного процесса предлагаем разбить три основные группы на пары, каждая из которых будет решать оригинальную микро-задачу. При возникновении вопросов у обучающихся по содержанию, оформлению задачи, учитель физики консультирует девятиклассников, направляет их, корректирует – контролирует рабочий процесс. На выполнение задания предполагается отвести 10 минут.

После завершения групповой, индивидуальной работы учеников по решению микро-задач, представители групп (пары) в порядке очереди выходят к доске и представляют вариант решения своей задачи с подробным объяснением, остальные учащиеся записывают решение в тетрадь. Алгоритм, принцип решения каждой задачи выводятся при помощи проектора и компьютера на интерактивную доску в форме таблицы (расположена ниже), аналогичной той, которая представляла условие ключевой задачи. На осуществление данного этапа отводится 20 минут.



Таблица: результаты решения ключевой задачи по теме «Закон сохранения импульса».

$\alpha, ^\circ$	Вид удара	Решение задач	Алгоритм решения задач	Алгоритм решения ключевой задачи
0	Упругий			
	Неупругий			
180	Упругий			
	Неупругий			
30	Упругий			
	Неупругий			

Затем ученики вместе с учителем подводят итоги решения ключевой задачи, анализируют ответы, самостоятельно формулируют общие правила решения любых задач по теме «законы сохранения в динамике», обобщают, объединяют, преобразовывают предложенные алгоритмы решения задач каждой из групп. Обсуждение итогов урока и результата решения задач проводится в течение 5 минут.

В результате школьники должны прийти к алгоритму решения любых задач по теме «закон сохранения импульса»:

1. Записать краткое условие задачи, осуществить перевод единиц физических величин в СИ;
2. Выполнить рисунок, соответствующий условию решаемой задачи: изобразить тела до взаимодействия и после. Определить упругим или неупругим является удар. Определить, можно ли считать систему тел замкнутой;
3. Выбрать систему отсчёта;
4. Записать закон сохранения импульса в векторном виде;
5. Спроецировать вектора импульсов на координатные оси;
6. Записать закон сохранения импульса в проекциях на выбранные оси координат;
7. Записать систему уравнений, выразить неизвестную величину посредством известных в уравнении;

8. Подставить числовые данные в полученное уравнение, решение данного уравнения, записать ответ;
9. Оценить полученный результат.

На заключительном этапе урока педагог задает домашнее задание и предупреждает учеников о предстоящей контрольной работе по теме: закон сохранения импульса.

### 2.3. Ключевая задача по теме «Закон сохранения энергии»

В результате анализа разнообразных типов заданий по теме «Закон сохранения энергии», были отобраны наиболее распространенные виды задач, которые в ходе дальнейшей работы были объединены в ключевую задачу, предлагаемую для использования в учебном процессе и представленную ниже.

Задача: Свободно падающее с высоты  $h$  тело находилось в полете в течение времени  $t$ . Определить кинетическую энергию движения тела перед столкновением с землей  $E_k$ , потенциальную энергию тела  $E_p$ , находящегося на высоте  $h$ .  $m$  – масса тела,  $v$  – скорость тела. Определить полную механическую энергию тел в каждом отдельно взятом случае.

№ ситуации	$m$ , кг	$v, \frac{m}{c}$	$t$ , с	$h$ , м	$E_k$ , Дж	$E_p$ , Дж
1	0,1	?	?	20	?	?
2		?	?	$2h_1$	?	?
3	0,2	?	?		?	?
4		?	$\frac{t_3}{2}$		?	?

На практике встречаются более сложные задачи, для решения которых учащимся требуется сравнить дополнительные параметры, фигурирующие в ее условии. Такими параметрами чаще всего являются  $\rho$  – плотность тела,  $V$  –

объем тела. С учетом дополнительных данных, получится конкретизирующая таблица:

№ ситуации	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	m, кг	V, $\text{см}^3$	$v, \frac{\text{м}}{\text{с}}$	t, с	h, м	$E_k$ , Дж	$E_n$ , Дж
1	?	0,1	37	?	?	20	?	?
2				?	?	$2h_1$	?	?
3		0,2	?	?	?		?	?
4	7800		?	?	$\frac{t_3}{2}$		?	?

Данная задача включает в себя пять взаимосвязанных ситуаций, для работы с которыми обучающимся необходимо сравнить процессы, происходящие в них, и ответить на ряд вопросов:

- 1) от каких параметров зависит величина энергии, которой обладает тело;
- 2) что произойдет с энергией тела при условии изменения одного из параметров задачи;
- 3) по какому принципу соотносятся между собой кинетическая и потенциальная энергии тела;
- 4) меняется ли величина полной энергии со временем.

Рассматриваемая задача является одновременно ключевой и комбинированной, так как включает в себя понятия и формулы, представленные в самых разнообразных разделах школьного курса физики. Школьники получают возможность повторить материал, касающийся строения веществ и соотношения массы тел, их объема и плотности, закрепить навыки решения кинематических уравнений, усовершенствовать умения применять закон сохранения энергии при решении задач.

Для решения задачи учащимся необходимо воспользоваться уже известными данными, оформленными в виде таблицы, для нахождения значения величин, стоящих под знаком вопроса. Каждая ситуация разбирается

участниками учебного процесса в индивидуальном порядке: без прохождения предыдущих этапов, невозможно перейти к следующему.

В целях повышения удобства работы с заданиями, предполагается применение таблицы в целях оформления результатов решения в более простой, понятной и наглядной форме.

№ ситуации	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	m, кг	V, $\text{см}^3$	$v, \frac{\text{м}}{\text{с}}$	t, с	h, м	$E_k$ , Дж	$E_p$ , Дж
1		0,1	37			20		
2								
3		0,2						
4	7800							

Исходя из вышесказанного, можем заключить, что решая одну ключевую задачу, учащиеся не только отрабатывают навыки решения задач по теме «Закон сохранения энергии», но и осознают связь различных тем физики между собой, у школьников формируется целостное представление об окружающей действительности, девятиклассники обнаруживают взаимосвязь между процессами, представленными в задачах, и явлениями, наблюдаемыми в мире.

#### 2.4. Дальнейшее развитие системы ключевых задач на основе самостоятельной работы учащегося

После представления обучающимся ключевой задачи по теме «закон сохранения импульса» и решения этой задачи в классе совместно с учителем, преподаватель предлагает своим подопечным в целях дальнейшего совершенствования школьниками навыков по решению задач на данную тему выполнить ряд заданий, представленных ниже.

1. Задача на неупругое взаимодействие двух тел, движущихся в одном направлении:

Человек, бежавший со скоростью 8 м/с, догнал тележку, двигавшуюся со скоростью 2 м/с, и вскочил в нее. В результате скорость тележки стала равной 6 м/с. Какова масса человека, если масса тележки 40 кг?

2. Задача на упругое взаимодействие двух тел, движущихся навстречу друг другу:

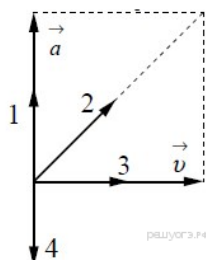
Пустая тележка массой 2 кг, двигаясь со скоростью 2 м/с, столкнулась с покоей грузной тележкой. Вследствие столкновения пустая тележка остановилась, а грузная начала двигаться со скоростью 0,4 м/с. Какова масса грузной тележки?

3. Задача на движение снаряда с его последующим разрывом и взаимодействием осколков:

Снаряд, пущенный вертикально вверх, разорвался в верхней точке траектории на два осколка массами 1 кг и 3 кг. Первый осколок приобрел скорость 120 м/с относительно земли. Какую скорость приобрел второй осколок?

4. На рисунке изображены вектор скорости  $\vec{v}$  и вектор ускорения  $\vec{a}$  движущегося тела в некоторый момент времени. Вектор импульса тела в этот момент времени сонаправлен вектору

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



В качестве задач, позволяющих обучающимся закрепить учебный материал по теме «закон сохранения энергии» в условиях самостоятельной работы, предлагаем воспользоваться предложенными заданиями:



1. По гладкой горизонтальной поверхности во взаимно перпендикулярных направлениях движутся две шайбы массами  $m_1 = 2$  кг и  $m_2$

= 1 кг со скоростями  $v_1 = 1$  м/с и  $v_2 = 2$  м/с соответственно, как показано на рисунке. Общая величина кинетической энергии этих двух шайб равна

- 1) 1 Дж
- 2)  $\sqrt{5}$  Дж
- 3) 3 Дж
- 4) 6 Дж

2. Два сплошных шара одинакового объёма, алюминиевый (1) и медный (2), падают с одинаковой высоты из состояния покоя. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Сравните кинетические энергии  $E_1$  и  $E_2$  и скорости шаров  $v_1$  и  $v_2$  непосредственно перед ударом о землю.

- 1)  $E_1 = E_2$  ;  $v_1 = v_2$
- 2)  $E_1 = E_2$  ;  $v_1 < v_2$
- 3)  $E_1 < E_2$  ;  $v_1 = v_2$
- 4)  $E_1 < E_2$  ;  $v_1 < v_2$

3. Сравните потенциальную энергию мяча на полюсе  $E_{\text{п}}$  Земли и на широте Москвы  $E_{\text{м}}$ , если он находился на одинаковой высоте относительно поверхности Земли.

- 1)  $E_{\text{п}} = E_{\text{м}}$
- 2)  $E_{\text{п}} > E_{\text{м}}$
- 3)  $E_{\text{п}} < E_{\text{м}}$

Данные задачи позволяют учащимся сформировать представление о связи теоретических знаний, полученных ими во время урока с реальными процессами, происходящими в мире, что является несомненным преимуществом при работе с ключевыми задачами, а также подготовиться к контрольной работе по теме «законы сохранения в динамике».

Вышеуказанные задачи могут быть решены учащимися в домашних условиях, во время посещения факультативных занятий по физике, при участии во внеурочных мероприятиях. Также, подобранные упражнения могут быть использованы на разнообразных интеллектуальных соревнованиях по физике, разработанных учителем в целях проведения диагностики усвоения знаний и приобретения учащимися умений и навыков, при повторении, обобщении и систематизации ранее изученного учебного материала.

Предложенные задания выполняются учениками, как в индивидуальном порядке, так и в случае осуществления групповой формы организации деятельности, в зависимости от целей и предпочтений учителя.

Следует отметить, что представленные задания включены в список тренировочных и используются участниками образовательного процесса при подготовке к ОГЭ по физике, так как схожие по типу упражнения часто встречаются в контрольно-измерительных материалах (в дальнейшем именуемых КИМы) ОГЭ по физике.

В целях проверки эффективности методики предлагаем разработанные варианты контрольных работ по темам «Закон сохранения импульса», «Закон сохранения энергии». Вариант заданий контрольной работы по теме «Закон сохранения энергии» представлен в следующем параграфе.

На основе темы «Закон сохранения импульса» была проведена контрольная работа среди учащихся девятых классов. Выбранные задачи, результаты проведения урока и результаты контрольной работы описаны в третьей главе.

## 2.5. Разработка заданий контрольной работы по теме «Закон сохранения энергии»

В качестве заданий, предлагаемых для решения в контрольной работе по теме «Закон сохранения энергии», рекомендуем преподавателю воспользоваться предложенном ниже вариантом заданий:

1. Почему в походе опытный турист предпочитает перешагнуть через упавшее дерево, вместо того чтобы сначала наступить на него, а затем спрыгнуть?

2. С какой скоростью должен бежать человек массой 80 кг, чтобы его кинетическая энергия была равна кинетической энергии пули массой 9 г, летящей со скоростью 600 м/с? Будет ли при этом импульс человека равен импульсу пули?

3. Стрела вылетает из спортивного лука вертикально вверх со скоростью 40 м/с. На какую высоту поднимется стрела, если ее масса 250 г? На какую высоту поднимется стрела с вдвое большей массой? Сопротивление воздуха не учитывайте.

4. Почему перед прыжком в длину спортсмен должен сильно разбежаться?

5. В гейзере вырвалась вертикально вверх струя воды со скоростью 10 м/с. На какой высоте кинетическая энергия некоторого объема воды будет равна его потенциальной энергии? Считайте, что у поверхности земли потенциальная энергия воды равна нулю.

6. Двигаясь по сыпучему песку или рыхлому снегу, мы затрачиваем больше энергии, чем при движении на твердой дороге. Объясните почему

7. Книга, упавшая со стола на пол, обладала в момент касания пола кинетической энергией 2,4 Дж. Высота стола 1,2 м. Чему равна масса книги? Сопротивлением воздуха пренебречь


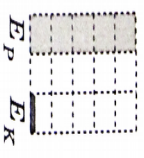
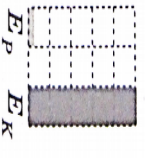
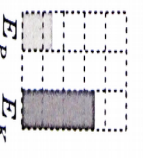
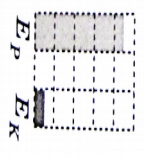
- 1) 0,2 кг.
- 2) 0,288 кг
- 3) 2,0 кг



4) 2,28 кг

8. Установите соответствие между положением санок во время съезда с горы из точки А и диаграммами, отражающими соотношение между кинетической  $E_K$  и потенциальной  $E_P$  энергией, измеренной относительно одного и того же уровня.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПОЛОЖЕНИЕ САНОК	СООТНОШЕНИЕ РАЗНЫХ ВИДОВ ЭНЕРГИИ
	<p>1) </p> <p>2) </p> <p>3) </p> <p>4) </p>

Ответ:

А	Б	В
---	---	---

В набор указанных заданий включены качественные и расчетные задачи на выбранную тему, что позволяет учащемуся осознать роль энергии и законов сохранения энергии в повседневной жизни, а также возможности применения полученных знаний для решения собственных проблем и задач.

## 2.6. Интересные задачи по темам «Закон сохранения энергии» и «Закон сохранения импульса»

Для повышения познавательного интереса учащихся к физике как к науке, объясняющей природу окружающих явлений и процессов, предлагаем учителям использовать на факультативных занятиях, в процессе уроков и в качестве заданий, предусмотренных для домашней работы школьников, интересные задачи по темам «Закон сохранения импульса» и «Закон сохранения энергии».

1. Известна старинная легенда о богаче с мешком золотых, который, оказавшись на абсолютно гладком льду озера, замерз, но не пожелал расстаться с богатством. Как бы он мог спастись, если бы не был так жаден?

2. Для чего хищная птица, камнем падающая с неба, у самой земли расправляет крылья?

3. Почему при выстреле ружье отбрасывает назад? Почему советуют при выстреле ружье крепче держать к плечу?

4. Почему пуля, вылетевшая из ружья, не может отворить дверь, но пробивает в ней отверстие, тогда как давлением пальца дверь отворить легко, но проделать отверстие невозможно

5. Чтобы аэростат, неподвижно висающий над землей, стал подниматься вверх, надо выбросить из корзины часть балластного груза. Каким наилучшим образом надо это сделать, чтобы не вызвать резких колебаний корзины аэростата? Рассмотрите несколько вариантов: \_\_\_\_\_ 1) выбросить груз через борт или через люк в полу корзины; 2) отпустить груз или сообщить ему начальную скорость в каком-либо направлении; \_\_\_\_\_ 3) избавиться от груза по частям или целиком.

6. На гладкой горизонтальной поверхности лежит мишень массы 9 кг. С интервалом в  $t=1\text{с}$  в нее попадают и застревают 4 пули, первая из которых летит с юга, вторая – с запада, третья – с севера и четвертая – с востока. На

сколько и в какую сторону сместится в итоге мишень? Масса каждой пули 9 г, скорость  $v = 200 \text{ м/с}$ .

7. Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки по направлению ее движения. Какую скорость имела лодка, если она остановилась после трех быстро следующих друг за другом выстрелов? Масса лодки вместе с охотником 100 кг, масса заряда 20 г, средняя скорость дроби и пороховых газов 500 м/с.

8. Тридцать три богатыря, бегущие по дороге с одинаковой скоростью, один за другим прыгают в тележку. Вначале тележка была неподвижна, после прыжка первого богатыря она приобрела скорость 1 м/с, после прыжка второго – скорость 1,67 м/с. Какой станет скорость тележки, когда в ней окажутся все богатыри? Трение тележки о дорогу не учитывайте, всех богатырей считайте одинаковыми.

9. Футбольному мячу массой 400 г при выполнении пенальти сообщили скорость 25 м/с. Если мяч попадает в грудь вратаря и отскакивает назад с той же по модулю скоростью, то удар длится 0,025 с. Если вратарь принимает удар на руки, то через 0,04 с он гасит скорость мяча до нуля. Найти среднюю силу удара в каждом случае.

10. Мальчик бросил мяч в заднюю вертикальную стенку отъезжающего автобуса. Мяч подлетает к стенке под углом  $\alpha < 45^\circ$ , а отлетает от нее под углом  $2\alpha$  (рис. 1). Углы отсчитываются от нормали к стенке. Определите скорость мяча в момент удара, если скорость автобуса в этот момент равна  $u$ . Время удара считать очень малым, а сам удар абсолютно упругим.

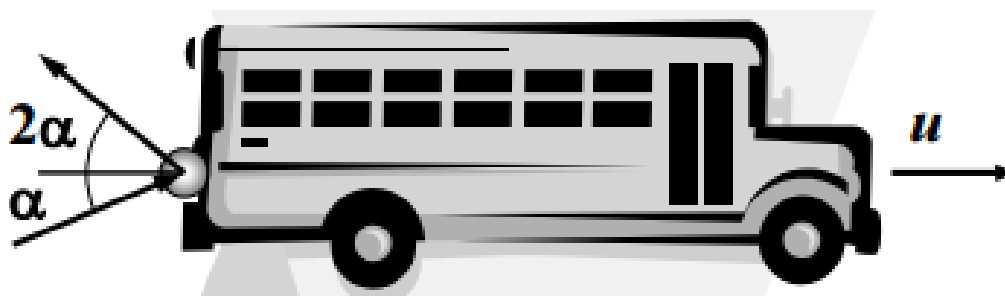


Рис. 1.

11. Почему стеклянный стакан разбивается при падении на пол, но остается целым при падении с той же высоты на диван?

12. Велосипедист, не крутя педали, должен проехать по «чертовому колесу» радиусом 8 м. Определить, с какой высоты он должен начать движение, чтобы не упасть. Трение не учитывать.

13. Представьте себе, что на полюсе Земли пробурили шахту, направленную к центру Земли. Какую скорость разовьет маленький камушек, упавший в эту шахту, пролетев расстояние, равное одной четвертой радиуса Земли. Для сравнения, первая космическая скорость  $v_1 = 8$  км/с. Силами сопротивления пренебречь.

14. Кусок пластилина массой 200 г кидают вверх с начальной скоростью  $v_0 = 9$  м/с. Через 0,3 с свободного полёта пластилин встречает на своем пути висящий на нити брусок массой 200 г. Чему равна кинетическая энергия бруска с прилипшим к нему пластилином сразу после удара? Удар считать мгновенным, сопротивлением воздуха пренебречь.

15. При подготовке пружинного пистолета к выстрелу пружину жесткостью 1 кН/с сжали на 3 см. Какую скорость приобретет «снаряд» массой 45 кг при выстреле в горизонтальном направлении? Определите кинетическую энергию снаряда при выстреле.

Прочитайте текст и выполните задания № 16-18.

Для определения скорости пули можно использовать баллистический маятник, состоящий из тяжелого ящика (трубы) с песком массой  $M$  на длинных подвесах (см. рис. 2).

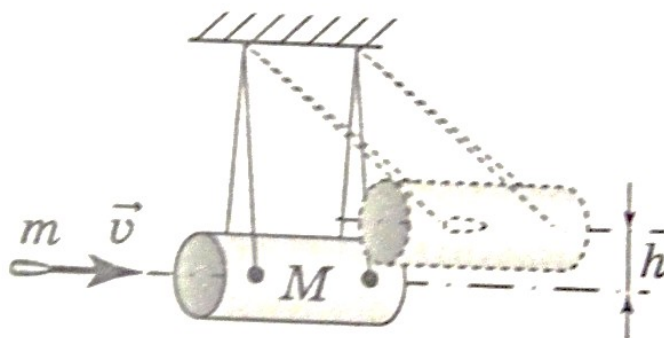


Рис. 2.

Конструкция подвесов позволяет избежать закручивания ящика вокруг вертикальной оси и обеспечить достаточно медленное поступательное движение ящика при его подъеме на высоту  $h$ .

Поскольку ящик обладает большой массой (а следовательно, инертностью), а взаимодействие происходит быстро, то рассмотрение процесса в системе можно разбить на два этапа. Первый этап – неупругий удар пули с ящиком, на котором выполняется закон сохранения импульса, и приобретение ящиком (вместе с застрявшей в нем пулей) скорости  $u$ . Закон сохранения механической энергии на этом этапе нарушается, поскольку часть энергии идет на разогрев пули и песка. Второй этап – подъем ящика с пулей, имеющих начальную скорость  $u$ , на высоту  $h$ . На этом этапе выполняется закон сохранения энергии и происходит переход кинетической энергии ящика с пулей в потенциальную.

Измерение высоты  $h$ , массы пули  $m$  и ящика с песком  $V$  позволяют вычислить начальную скорость пули  $v$ .

16. Выберите верное утверждение.

Для системы «ящик + пуля» при движении пули в ящике с песком (этап 1) и подъеме ее вместе с ящиком (этап 2)

1) на этапе 1 выполняется закон сохранения импульса и нарушается закон сохранения механической энергии;

2) на этапе 1 нарушается закон сохранения импульса и выполняется закон сохранения механической энергии

3) на этапе 2 выполняются и закон сохранения импульса, и закон сохранения механической энергии;

4) на этапе 2 нарушаются и закон сохранения импульса, и закон сохранения механической энергии.

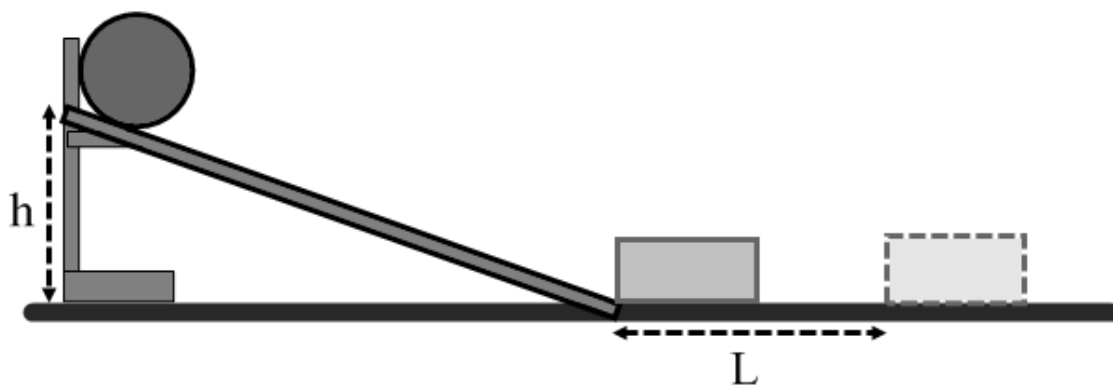
17. Рассчитайте, во сколько раз снижается скорость пули на этапе «застревания» в ящике с песком, если масса пули 10г, а масса ящика 900г. Ответ округлите до целых.

18. Рассчитайте скорость ящика с пулей сразу после остановки пули в песке и скорость пули, если ящик поднялся до остановки на высоту 20см.

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ . Массы ящика и пули 900г и 10г соответственно. Приведите развернутое решение.

19. Определите коэффициент трения деревянного бруска о стол.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, желоб, достаточно массивный металлический шарик, деревянный брусок, линейка, весы и разновес.

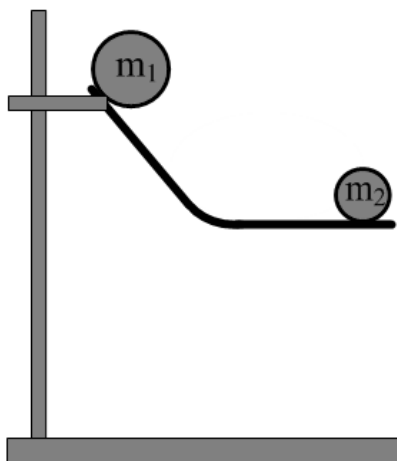


Указания:

- 1) Закрепите на штативе желоб под некоторым углом к столу, к нижнему концу желоба приставьте на деревянный брусок. Для того, чтобы удар шарика о брусок был абсолютно неупругим, к передней части бруска прилепите кусок пластилина. Измерьте высоту  $h$  верхнего конца желоба;
- 2) Металлический шарик положите на верхний конец желоба и отпустите;
- 3) Измерьте расстояние  $L$ , на которое переместится брусок после неупругого удара шарика;
- 4) Измерьте массы шарика  $M$  и бруска  $m$ ;
- 5) Рассчитайте коэффициент трения бруска о стол. Считайте, что трение шарика о желоб пренебрежимо мало;

20. Проверьте закон сохранения импульса и энергии при упругом центральном столкновении шаров

Оборудование. Штатив с муфтой и лапкой, лоток дугообразный, набор из двух пластмассовых, двух стальных и двух алюминиевых шаров с разными массами, весы, разновес, листы белой и копировальной бумаги, линейка.



Указания:

Проверьте экспериментально выполнение закона сохранения импульса при столкновении движущегося шара с неподвижным, установленным на горизонтальном участке лотка шариком другой массы.

- 1) Измерьте массы шариков;
- 2) С помощью листов белой и копировальной бумаги фиксируйте место падения шара при его скатывании по свободному лотку и измерьте дальность полета  $S$  шара. Начальная скорость шара к моменту начала

свободного полета равна  $v = \frac{S}{t}$ , где  $t$  – время падения шара;

- 3) Поставив на горизонтальный участок лотка второй шар, измерьте дальности полета  $S_1$  и  $S_2$  шаров после их столкновения. Скорости шаров после

столкновения равны  $v = \frac{S_1}{t}$  и  $v = \frac{S_2}{t}$ . Так как время падения шаров во всех

опытах одинаково, для проверки закона сохранения импульса достаточно

проверить выполнение соотношения  $m_1 S = m_1 S_1 + m_2 S_2$  (1). Где  $m_1$  и  $m_2$  – массы сталкивающихся шаров;

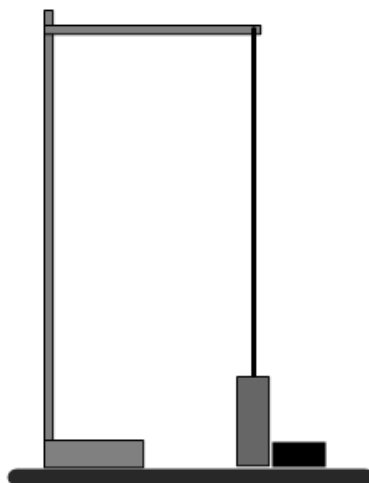


4) Для проверки закона сохранения энергии получим:  $m_1 S^2 = m_1 S_1^2 + m_2 S_2^2$  (2);

21. Проверьте закон сохранения импульса и энергии при упругом столкновении металлического цилиндра и шашки

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, металлический цилиндр, нить, шашка.

Соберите установку для исследования соударения цилиндра и шашки между собой.



Указания:

Подвесьте металлический цилиндр на нити так, чтобы в нижней своей точке он почти касался стола. Отклоняя нить на известный угол и плавно отпустите. После удара шашка должна скользить по бумаге, расстеленной на столе или на полу (где вам удобней).

1) Покажите, что мерой начальной кинетической энергии частицы (шашки) может служить путь, пройденный этой шашкой до остановки;

2) Исследуйте зависимость начальной энергии шашки при центральном ударе от угла отклонения нити  $\varphi$ ;

3) Считая удар металлического цилиндра о шашку абсолютно упругим, а массу цилиндра значительно больше массы шашки, определите

коэффициент трения шашки о бумагу. Какие систематические факторы, по вашему мнению, наиболее сильно влияют на ошибку определения коэффициента трения?

4) Исследуйте нецентральный удар цилиндра о шашку. Покажите (теоретически), что скорость шашки после удара пропорциональна  $\cos \alpha$ , где  $\alpha$  угол между скоростями цилиндра до удара  $v_0$  и шашки после удара  $v$ . Исследуйте экспериментально эту зависимость;

Полагаем, что решая данные задачи, у учащихся формируется представление о взаимосвязи законов сохранения в динамике. Выполнение представленных заданий школьниками является показателем высокого уровня осознанности совершаемой ими деятельности. Решение качественных, экспериментальных, комбинированных, олимпиадных, нестандартных задач способствует развитию мыслительных способностей обучающихся и является фундаментом успешной подготовки к ОГЭ по физике.

## Глава 3. Результаты опытно-поисковой работы

### 3.1. Проведение урока по теме «закон сохранения импульса»

Эксперимент по использованию ключевой задачи по теме «Закон сохранения импульса» в учебном процессе был проведен среди параллели девярых классов (9а, 9б, 9в, 9г) в начале III четверти. В начале урока педагог вместе с детьми в течение 2-3 минут систематизировал сведения по законам сохранения импульса. Далее учитель подвел учащихся к формулировке всех возможных ситуаций, описанных в задачах по теме «закон сохранения импульса»: движение тел навстречу друг другу, движение тел в одном направлении, столкновение движущегося и покоящегося тел, столкновение тел под углом, движение, в ходе которого происходит упругое или неупругое соударение.

Каждую из названных учениками ситуаций учитель воссоздал в виде натурального эксперимента с шариками, затем зарисовки проведенных экспериментов были отображены на интерактивной доске. После представления учащимся ключевой задачи, учитель разбил класс на группы: 1) учащиеся, выбравшие сдачу ОГЭ по физике, 2) учащиеся, претендующие на оценки «хорошо» и «отлично» 3) учащиеся, работающие на оценку «удовлетворительно».

Первая группа рассматривала ситуацию столкновения шариков под углом  $30^\circ$ , Вторая группа решала задачу на движение шариков навстречу друг другу. Третья группа разрабатывала решение для задач, в которых одно тело догоняет другое. Далее задачи внутри каждой из групп были распределены по вариантам.

В условиях урока процесс самостоятельного решения задач учащимися и дальнейшей проверки выполненной ими работы, занял неоправданно длительное время. Весь урок ушел на проверку решенных учащимися задач. Урок не получил логического завершения, итоги не были подведены, алгоритм

решения задач по теме «Законы сохранения импульса» не был выявлен и проанализирован учащимися.

В качестве домашнего задания, учитель предложил учащимся на дом решить задачи по данной теме, указанные выше. В ходе следующего урока было выявлено, что большинство учащихся решили 1 и 4 задачи, решение 2 и 3 задач вызвало у девятиклассников затруднения.

В процессе следующего урока учитель вместе с учащимися решает ключевую задачу, начиная с задачи на столкновение шариков под углом  $30^\circ$ . На рассмотрение данной ситуации в каждом классе уходило примерно 20 минут. После обсуждения результатов столкновения шариков, участники эксперимента перешли к решению следующей задачи: движение шариков навстречу друг другу (15 минут). Пять минут ушло на разбор задачи на движение шариков в одном направлении. В ходе рассмотрения ключевой задачи учащимися были выявлены две ошибки – ситуации, которые в реальной жизни не могли бы произойти с телами. Наличие ошибок способствовало критическому осмыслению учащимися текста задачи.

После проведения урока обучающиеся тренировались дома в решении 2 и 3 задачи. Для решения третьей задачи, учащимся необходимо было применить теорему Пифагора, после подсказки учителя они смогли это сделать.

### 3.2. Проведение контрольной работы

Для проведения контрольной работы среди учащихся девятых классов по теме «Законы сохранения импульса» предлагаем учителю воспользоваться предложенным вариантом заданий:

1. Пуля массой 10 г, летевшая горизонтально со скоростью 600 м/с, пробила лежащий на гладком столе деревянный брусок массой 200 г. В результате скорость пули стала равной 400 м/с. Какую скорость приобрел брусок?

2. Два козла с разбегу столкнулись рогами и покатались клубком по земле со скоростью 3 м/с. Скорость первого козла перед столкновением была равна 12 м/с. Какой была скорость второго козла перед столкновением, если массы козлов равны? Считать закон сохранения импульса применимым к условию данной задачи.

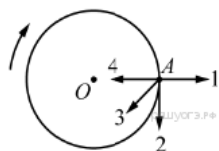
3. Из орудия массой 5 т вылетел в горизонтальном направлении снаряд массой 25 кг. При этом снаряд получил скорость 400 м/с относительно земли. Какую скорость получило орудие при отдаче?

4. Чему равен импульс автомобиля массой 1,5 т, движущегося со скоростью 20 м/с в системе отсчета, связанной с автомобилем, движущимся с той же скоростью, но в противоположную сторону?

5. Снаряд летит горизонтально и разбивается на два осколка массой 2 кг и 3 кг. С какой скоростью летел снаряд, если первый осколок в результате разрыва приобрел скорость 50 м/с, второй 40 м/с? Скорости осколков направлены горизонтально в противоположную сторону.

6. Тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью. Вектор импульса тела в точке А сонаправлен вектору

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

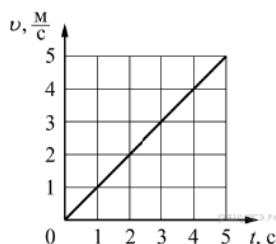


Задание 3 № 165

7. На рисунке представлен график зависимости скорости  $v$  движения автомобиля от времени  $t$ . Чему равна масса автомобиля, если его импульс

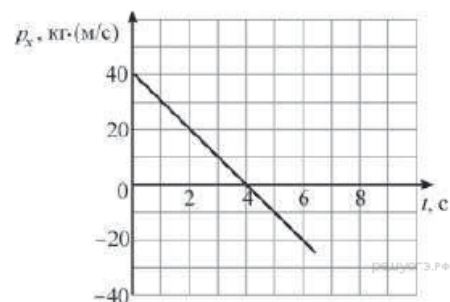
через 3 с после начала движения составляет  $4500 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}$ ?

- 1) 135 кг
- 2) 150 кг
- 3) 1350 кг



4) 1500 кг

8. Тело массой 5 кг движется вдоль оси ОХ. На рисунке представлен график зависимости проекции ОХ импульса этого тела от времени  $t$ . Из графика следует, что



1) Проекция начальной скорости тела на ось ОХ равна 40 м/с

2) Проекция начальной скорости тела на ось равна – 8м/с

3) Проекция ускорения тела на ось ОХ равна  $-2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

4) Проекция ускорения тела на ось ОХ равна  $10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Указанный выше набор задач вписывается в условие ключевой задачи, рассматриваемой в учебном процессе ранее, а также является актуальным и распространенным среди множества задач по физике предлагаемых для решения обучающимся средней школы.

На проведение контрольной работы отводится 40 минут, перед началом которой рекомендуется уведомить учащихся о возможности выполнения представленных упражнений в произвольном порядке, что позволит учителю выявить ситуации, представляющие наибольшие трудности и являющиеся наиболее предпочтительными для школьников, в целях дальнейшей работы с обучающимся и грамотной всесторонней оценки проводимых исследований.

Для наиболее качественного анализа продуктивности метода ключевых задач необходимо, чтобы вариант заданий был единым для всех участников эксперимента, что позволит осуществить мониторинг качества обучения параллели девятых классов теме «Законы сохранения импульса».

Перед проведением контрольной работы нами были разработаны критерии оценивания заданий. В целях экономии времени и сил учителя при проверке работ на практике предлагаем применять бальную систему: 4 и 6 задания оценивать в 1 балл, так как их выполнение не предполагает

проведения школьниками каких-либо сложных расчетов и вычислений, для нахождения правильного ответа, учащимся требуется воспользоваться лишь теоретическими знаниями о импульсе тела и относительности скорости тела. За правильное выполнение 1, 2, 4 заданий контрольной работы учащиеся заслуживают дополнительных 2 баллов за каждое задание, так как для решения данных задач, учащимся необходимо осуществить перевод единиц физических величин в СИ, записать закон сохранения импульса, спроецировать вектора на выбранные координатные оси, записать в проекциях закон сохранения импульса, решить получившееся уравнение.

Для решения 7,8 заданий девятиклассникам необходимо вспомнить формулы для нахождения ускорения и второй закон Ньютона, поэтому учащиеся, справившиеся с этими заданиями, получали по 3 дополнительных балла.

В связи с тем, что 5 задача представляет собой в рассматриваемых условиях задание повышенной сложности и является нестандартным, ученики получают за наличие верного ответа 4 балла.

В случае частичного написания правильного решения, но отсутствия правильного ответа (ученик допустил при выполнении задания вычислительные ошибки), учитель снимает 1 балл.

Максимальное количество баллов, которое обучающийся может получить за контрольную работу – 18. Для получения оценки «3» за контрольную работу, школьнику необходимо заработать 6-8 баллов. На оценку «4» необходимо получить 9-12 баллов, «5» – 13-18 баллов.

### 3.3. Результаты контрольной работы

В качестве диагностики усвоения учащимися учебного материала по теме «Закон сохранения импульса», нами была проведена контрольная работа среди параллели девятых классов, общим числом 66 человек, результаты выполнения контрольной работы представлены посредством нижеследующей таблицы.

Таблица: Результаты контрольной работы по теме «Закон сохранения импульса»

Общее число учащихся 9 классов: 66		
Задание	Справившиеся учащиеся	%
1	38	58
2	29	44
3	28	42
4	5	8
5	10	15
6	23	35
7	40	61
8	15	23

Диаграмма: Результаты контрольной работы по теме «Закон сохранения импульса»





Как мы видим из таблиц и диаграмм, большее количество участников эксперимента лучше справились с 1,2,3,6,7 заданиями. 4 задание вызвало затруднения у обучающихся – 8% от общего количества участников контрольной работы справились с этим заданием. При этом ошибки, допущенные при выполнении учениками отдельных заданий, чаще всего были связаны с невнимательностью самих учащихся и появлялись на этапе проведения расчетов и подстановки числовых данных, ход решения в большинстве случаев был верным: была подобрана формула, выполнен рисунок, вектора спроецированы на оси.

Несмотря на то, что испытуемым перед началом проведения контрольной работы было предложено решать задания в произвольном порядке, участники эксперимента выполняли их в том порядке, в котором эти задания были расположены. Каждый ученик попытался решить каждую из предложенных задач.

В связи с тем, что эксперимент по работе с ключевыми задачами проводился в III четверти, а не в I, как запланировано в рабочей программе учителя физики, результаты контрольной работы оказались не такими высокими, как могли бы быть. Несмотря на это, считаем, что использование ключевых задач в процессе подготовки учащихся к сдаче ОГЭ по физике является эффективным – результаты обучающихся превзошли ожидаемые.

Обращаем внимание, что 3,6,7 задачи учащиеся не разбирали с учителем, девятиклассники справились с этими заданиями самостоятельно. Задачу на взаимодействие осколков снаряда необходимо рассматривать отдельно. Для достижения более высоких результатов использования метода ключевой задачи необходимо выделить два урока физики для изучения нового материала по теме «Импульс тела. Закон сохранения импульса» и решения ключевой задачи и один урок для написания контрольной работы.

## Заключение

Использование ключевых задач играет важную роль в обучении школьников физике. Решение ключевой задачи позволяет удовлетворить метапредметные и межпредметные требования стандарта к результатам освоения обучающимися основной образовательной программы. Учащийся в результате работы с ключевыми задачами осознает целостность научной картины мира и ее взаимосвязь с разнообразными социальными явлениями, у него формируются коммуникативные способности.

Применяя в своей деятельности метод ключевых задач, преподаватель помогает учащимся достичь минимального уровня предметных результатов освоения базового курса физики.

В ходе написания выпускной квалификационной работы был выявлен ряд преимуществ использования ключевых задач:

1. Ключевая задача позволяет учащемуся разобраться в сути явлений, рассматриваемых в задаче, и научиться решать целый класс задач, усвоить обобщенный алгоритм их решения.
2. Использование ключевых задач экономит время.
3. В результате учащиеся лучше справляются с решением тренировочных заданий ОГЭ, контрольных и тестовых заданий.

В заключение, можно сделать вывод, что поставленные в начале написания выпускной квалификационной работы задачи выполнены. В ходе исследования, было рассмотрено понятие «физическая задача». Физической задачей называют выраженную с помощью информационного кода (текстового, графического, образного и их комбинаций) проблемную ситуацию, которая требует от обучающегося для ее решения, мыслительных и практических действий на основе законов и методов физики, направленных на овладение знаниями и умениями, на развитие мышления и на понимание физических закономерностей.

В процессе работы была изучена классификация «физических задач», дано определение понятию «ключевая задача». Под ключевой задачей подразумевается задача, овладение решением которой позволяет школьнику усвоить алгоритм решения целого класса задач, наиболее распространенных по изучаемой теме на уровне школьных требований.

Иначе, ключевая задача предоставляет учащимся возможность в рамках учебного процесса, приобрести навыки решения самых разнообразных из наиболее распространённых и часто встречаемых задач по физике. Так, решая одну задачу, школьники учатся работать с широким спектром задач.

На основе анализа учебно-методической литературы была составлена ключевая задача для учащихся девятых классов по темам «Законы сохранения в динамике», разработана и опробована на уроках физики в школе модель ключевой задачи, проведена контрольная работа по теме «Закон сохранения импульса» в целях диагностики эффективности предложенной методики.

Результаты проведенной диагностической контрольной работы по теме «Закон сохранения импульса» превзошли ожидания: учащиеся достойно справились с предложенными заданиями, в связи с чем можно сделать вывод, что методика ключевых задач доказала свою эффективность.

В ходе дальнейших работ в исследовании метода ключевых задач предполагается приступить к разработке ключевых задач, а также к компьютерной визуализации процессов, рассматриваемых в ключевых задачах, позволяющей обеспечить наглядность и активизировать познавательную деятельность школьников за счет интерактивности используемых моделей.

## Библиографический список

1. Алгоритм решения задач по физике [Электронный ресурс] // Физика. Решаем олимпиадные задачи [сайт]. URL: [http://fizika21.myl.ru/publ/algorithm\\_reshenija\\_fizicheskikh\\_zadach/1-1-0-1](http://fizika21.myl.ru/publ/algorithm_reshenija_fizicheskikh_zadach/1-1-0-1) (дата обращения: 09.05.2017).
2. Алгоритмы решения задач по физике [Электронный ресурс] // Открытый урок. Первое сентября [сайт]. URL: <http://festival.1september.ru/articles/310656/> (дата обращения: 09.05.2017).
3. Аналитические и методические материалы [Электронный ресурс] // ФИПИ [сайт]. URL: <http://www.fipi.ru/oge-i-gve-9/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy> (дата обращения 03.04.2017).
4. Антошина Л.Г., Павлов С.В., Скипетрова Л.А. Общая физика. Сборник задач. / Л. Г. Антошина. - М.: Инфра-М, 2008. - 336 с.
5. Бабанова, Е.Н., Истомина, З.А., Бабанов, Ю.А. 600 задач по физике. Учебное пособие для поступающих в вузы / Е.Н. Бабанова, З.А. Истомина, Ю.А. Бабанов. Екатеринбург: ООО «Изд-во УМЦ УПИ», 2003 г., 92 с.
6. Васильева, Т.С. ФГОС нового поколения о требованиях к результатам обучения [Текст] // Теория и практика образования в современном мире: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, январь 2014 г.). — СПб.: Заневская площадь, 2014. — С. 74-76.
7. Взаимосвязь качественных и количественных задач на уроках физики [Электронный ресурс] // Теория справедливости [сайт]. URL: [http://www.physics.uni-altai.ru/home/sculov/club/view.php?id\\_pub=93](http://www.physics.uni-altai.ru/home/sculov/club/view.php?id_pub=93) (дата обращения 09.05.2017).
8. Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М.: Наука, 1973 г., 464 с.
9. Гайкова, И. И. Физика. Учимся решать задачи. 9 класс. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 80 с.: ил
10. Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А., Гельфгат И.М. Решение ключевых задач по физике для профильной школы. 10-11 классы. – М.: Илекса, 2013 г., 288 с.

11. Генденштейн, Л.Э., Кирик, Л.А., Гельфгат, И.М. Задачи по физике для основной школы с примерами решений. 7-9 классы. – М.: Илекса, 2015 г., 416 с.
12. Гомонова, А. И. Сборник задач по физике с подробными решениями: Учебное пособие – М.: ГИС, 2006. – 235 с.
13. Горбаченко, Г. М., Грушин, В. В., Добродеев, Н. А., Самоварщиков, Ю. В. Сборник задач по механике (для 9 класса ФМЛ) / Под ред. Г.М. Горбаченко, В.В. Грушина. М.: МИФИ, 2006.– 40 с.
14. Громцева, О. И. Контрольные и самостоятельные работы по физике. 9 класс: к учебнику А.В. Перышкина, Е.М. Гутник «Физика. 9 класс». ФГОС (к новому учебнику) / О.И. Громцева. – 5-е изд., перераб. И доп. – М.: Издательство «Экзамен», 2015. – 159, [1] с. (Серия «Учебно-методический комплект»)
15. Давыдов, В.В. Теория развивающего обучения. – М.: ИНТОР, 1996 г., 544 с.
16. Задачи по физике [Электронный ресурс] // Любые работы по начертательной геометрии и инженерной графике [сайт]. URL: <http://ing-grafika.ru/1/novosti-obrazovaniya/98-fiz.html> (дата обращения: 09.05.2017).
17. Каменецкий, С.Е., Орехов, В.П. Методика решения задач по физике в средней школе: пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1971г. - 448с.
18. Каменецкий, С.Е., Пурышева, Н.С., Важеевская, Н.Е. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2000 г., 319 с.
19. Капица, П.Л. Научные труды. Наука и современное общество / ред.-сост. П.Е. Рубинин, изд. "Наука", М., 1998 г., стр. 475-495.
20. Кирик, Л. А. Физика-9. Разноуровневые самостоятельные и контрольные работы. Механика, электромагнетизм, строение атома. – 3-е изд., перераб. – М.: ИЛЕКСА, 2014. – 208 с.
21. Кирик, Л.А. Физика-9. Разноуровневые самостоятельные и контрольные работы.– М.: ИЛЕКСА, 2015. – 160 с.

22. Классификация задач по физике [Электронный ресурс] // Студенческая библиотека онлайн [сайт]. URL: [http://studbooks.net/1276147/pedagogika/klassifikatsiya\\_zadach\\_fizike](http://studbooks.net/1276147/pedagogika/klassifikatsiya_zadach_fizike) (дата обращения: 09.05.2017).
23. Лукашик, В. И. Сборник задач по физике. 7-9 классы: учеб. пособие для общеобразоват. организаций / В. И. Лукашик, Е. В. Иванова. – 29-е изд. – М.: Просвещение, 2015. – 240 с.
24. Марон, А.Е. Контрольные работы по физике: 7, 8, 9 кл.: Кн. Для учителя / А. Е. Марон, Е. А. Марон. – 4-е изд. – М.: Просвещение, 2003. – 79 с.
25. Методический подход к формированию алгоритмов решения физических задач [Электронный ресурс] // Инфоурок [сайт]. URL: [https://infourok.ru/metodicheskiy\\_podhod\\_k\\_formirovaniyu\\_algoritmov\\_resheniya\\_fizicheskikh\\_zadach-326865.htm](https://infourok.ru/metodicheskiy_podhod_k_formirovaniyu_algoritmov_resheniya_fizicheskikh_zadach-326865.htm) (дата обращения: 09.05.2017).
26. Методы решения задач [Электронный ресурс] // Refdb.ru [сайт]. URL: <http://refdb.ru/look/1201165.html> (дата обращения: 09.05.2017).
27. Мякишев, Г.Я., Буховцев, Б.Б., Сотский, Н.Н. Физика: Учебник для 10 класса общеобразовательных учреждений. – М.: Просвещение, 2003 г., 336 с.
28. Научно-методический анализ учебно-методического комплекса по физике для 11 класса средней школы [Электронный ресурс] // Интернет гид по образованию [сайт]. URL: <http://www.eduguides.ru/gicods-217-7.html> (дата обращения: 09.05.2017).
29. Оспенников, А.А., Оспенников, Н.А. Виды задач по физике и их разнообразие в традиционных и цифровых учебных пособиях по предмету [Электронный ресурс]// Вестник Томского государственного педагогического университета, 2010 [сайт]. URL: [http://mdito.pspu.ru/files/vestnik/6/05\\_v6\\_ospennikov.pdf](http://mdito.pspu.ru/files/vestnik/6/05_v6_ospennikov.pdf) (дата обращения: 09.05.2017).
30. Перышкин, А. В. Физика. 9 кл.: учебник / А. В. Перышкин, Е. М. Гутник. – М.: Дрофа, 2014. – 319, [1] с.: ил.
31. Перышкин, А.В. Сборник задач по физике 7-9 кл.: к учебникам А.В. Перышкина и др. «Физика. 7 класс», «Физика. 8 класс», «Физика. 9 класс». ФГОС (к новым учебникам) / А.В. Перышкин; сост. Г.А. Лонцова. – 19-

е изд., перераб. И доп. – М.: Издательство «Экзамен», 2017. – 271, [1] с. (Серия «Учебно-методический комплект»)

32. Полицинский, Е.В. Задачи и задания по физике. Методы решения задач и организация деятельности по их решению: учебно-методическое пособие. – Томск: Издательство Томского педагогического университета 2009 – 2010 гг., 483 с.

33. Полицинский, Е.В. Задачи по физике. Руководство к выполнению контрольных работ: учебно-методическое пособие / Е.В. Полицинский. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 240 с.

34. Пурышева, Н. С. Физика. Новый полный справочник для подготовки к ОГЭ / Н. С. Пурышева – 2-е изд., перераб. И доп. – Москва: Издательство АСТ, 2016. – 288 с.

35. Решение задач из физики [Электронный ресурс] // Методика обучения физике в средней школе [сайт]. URL: <http://fizmet.org/ru/L9.htm> (дата обращения: 09.05.2017).

36. Решение экспериментальных задач [Электронный ресурс] // МБОУ "СОШ№3" пгт. Жешарт [сайт]. URL: <http://zheshschool3.ru /index.php/uzitschool/kozl/296-reshe> (дата обращения: 09.05.2017).

37. Рымкевич, А.П. Физика. Задачник. 10-11 кл.: пособие для общеобразовательных учреждений. – М.: Дрофа, 2006 г., 188 с.

38. Смирнов, А.В. Методика применения информационных технологий в обучении физике: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2008 г., 20 с.

39. Стариченко, Б. Е., Минина, Е.Е. Сборник варьированных заданий по физике для 10-го класса: Книга учащегося. – Екатеринбург: Наука., 1992 г., 40 с.

40. Степанова, Г.Н. Сборник задач по физике: Для 9-11 классов общеобразоват. учреждений / Сост. Г.Н. Степанова. – 3-е изд. – М.: Просвещение, АО «Московские учебники», 1997. – 256 с.

41. Стротова, М.Н. Возможная классификация физических задач и их идентификация [Электронный ресурс] // Психология и педагогика, 2008 [сайт].

URL: <http://sun.tsu.ru/mminfo/000063105/318/image/318-208.pdf> (дата обращения: 09.05.2017).

42. Творческие задачи по физике [Электронный ресурс] // Открытый урок. Первое сентября [сайт]. URL: <http://festival.1september.ru/articles/531676/> (дата обращения: 09.05.2017).

43. Тулькибаева, Н. Н., Фридман, Л. М., Драпкин, М. А., Валович, Е. С., Бухарова, Г. Д. Решение задач по физике. Психолого-методический аспект / Под ред. Н. Н. Тулькибаевой, М.А.Драпкина. - Челябинск: Изд-ва ЧГПИ "Факел", ЧВВАИУ и Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1995. - 120 с

44. Усова, А. В. Практикум по решению физических задач : учебное пособие для вузов / А. В. Усова, Н. Н. Тулькибаева. - Москва: Просвещение, 2001.

45. Усольцев, А.П., Курочкин, А.И. Концепция развивающего обучения при построении системы задач как средство решения современных образовательных проблем // Педагогическое образование в России, 2013 г., № 6, с. 248-251.

46. Физика [Электронный ресурс] // Решу ОГЭ: образовательный портал для подготовки к экзаменам [сайт]. URL: <https://phys-oge.sdangia.ru> (дата обращения: 02.05.2017).

47. Формирование умений учащихся решать физические задачи: эвристический подход [Электронный ресурс] // Библиофонд [сайт]. URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=17220> (дата обращения: 09.05.2017).

48. Ханнанов, Н. К. ОГЭ 2017. Физика: сборник заданий: 9 класс / Н. К. Ханнанов. – Москва: Эксмо, 2016. – 352 с.: ил. – (ОГЭ. Сборник заданий).

49. Чертов, А.Г., Воробьев, А.А. Задачник по физике: Учеб. пособие для втузов. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2007 г., 640 с.

50. Шаскольская, М. П., Эльцин, И. А. Сборник избранных задач по физике. 5-е изд. перераб. – М.: Наука, 1986. - 208с.